

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-214115

(43)Date of publication of application : 05.08.1994

(51)Int.Cl.

G02B 5/30

H04N 5/225

H04N 5/238

H04N 5/335

(21)Application number : 05-020596

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 13.01.1993

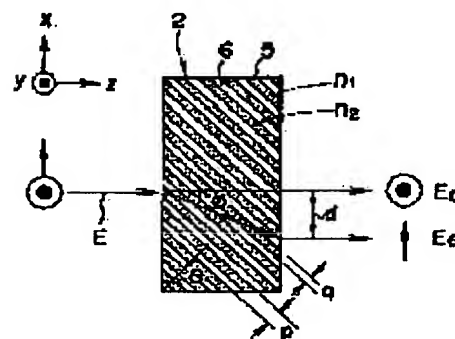
(72)Inventor : KOTAKE TOSHIAKI

(54) IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the size of the device itself and the cost thereof while using an optical low-pass filter(LPF) of a type utilizing the double refraction of a crystal by constituting the optical LPF of a lamination type polarized light separating element.

CONSTITUTION: The output light of the optical LPF is separated to an ordinary ray E_o and an extraordinary ray E_e by the double refraction of the lamination type polarized light separating element at the time input light E passes the mentioned above LPF. Then, the output light is the synthesis of the light component having the space frequency based on the ordinary ray E_o and the light component having the space frequency based on the extraordinary ray E_e and the input light E is attenuated with a characteristic $\cos x$ by passing the mentioned above lamination type polarized light separating element. In addition, the lamination type polarized light separating element is constituted by laminating plural dielectric substance films 5, 6 and a large polarized light sepn. angle ϕ is obtd. even with the small element thickness by properly selecting the refractive index ratio (n_2/n_1) of the multilayered dielectric substance films 5 and 6 constituting the lamination type polarized light separating element.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-214115

(43)公開日 平成6年(1994)8月5日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 5/30		9018-2K		
H 0 4 N 5/225	D			
5/238	Z			
5/335	V			

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-20596

(22)出願日 平成5年(1993)1月13日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 小竹 利明

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

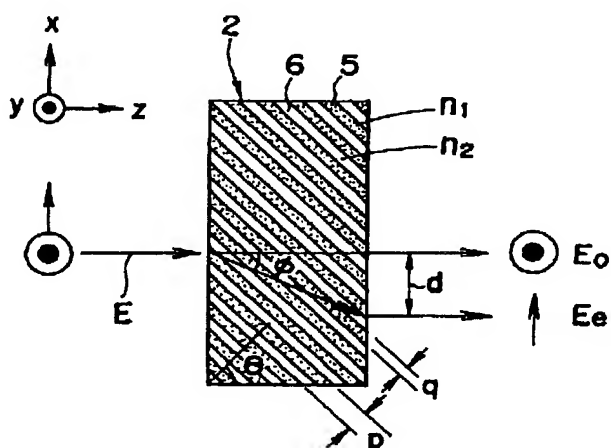
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】 撮像装置

(57)【要約】

【目的】 結晶の複屈折を利用したタイプの光学LPFを使用しながらも、撮像装置自体の小型化及び製造コストの低廉化を図る。

【構成】 撮像面上に、偽信号を発生させる被写体が有する空間周波数を遮断するための光学ローパスフィルタ2が配された撮像装置において、光学ローパスフィルタ2を、屈折率 n_1 の誘電体膜(a-Si:H)5と屈折率 n_2 の誘電体膜(SiO₂)6がそれぞれ交互に積層ピッチ p にて積層されて形成された積層型偏光分離素子(LPS)にて構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮像面上に、偽信号を発生させる被写体が有する空間周波数を遮断するための光学ローパスフィルタが配された撮像装置において、上記光学ローパスフィルタが、積層型偏光分離素子で構成されていることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】 撮像面上に、偽信号を発生させる被写体が有する空間周波数を遮断するための光学ローパスフィルタが配された撮像装置において、上記光学ローパスフィルタが、積み重ねられた複数の積層型偏光分離素子で構成されていることを特徴とする撮像装置。

【請求項3】 上記積層型偏光分離素子は、 $a-Si:H/SiO_2$ 多層誘電体膜にて形成されていることを特徴とする請求項1又は2記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、撮像面を構成する多数の画素の配列ピッチに対応する高周波数成分が含まれた被写体を撮像することによって発生する偽信号を減衰させる（即ち、偽信号を発生させる被写体が有する空間周波数を遮断する）ための光学ローパスフィルタが、撮像面上に配された撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、ビデオカメラ等の固体撮像装置は、多数の画素が、規則正しく、例えばマトリクス状に配置された撮像面を有する固体撮像素子を具備している。ところで、固体撮像装置の解像度は、画素数との単純な比例関係にある限界解像度だけでは、決まらない複雑な問題がある。

【0003】即ち、上記撮像面を構成する各画素は、独立分離して形成されていることから、画素の配列ピッチに対応する高周波数成分が含まれた被写体を撮像すると、サンプリング効果により偽信号を生じ、固体撮像装置の解像度特性を悪くしている。

【0004】これは、アナログ信号を、所定クロックにてサンプリングしてデジタル化したとき、そのサンプリング周波数より高い周波数は、低い周波数として現れる偽信号と同じ問題である。

【0005】上記偽信号は、撮像面を構成する画素の数を増やすことにより抑圧することができる。図6に、20万画素ビデオカメラ（同図A参照）、25万画素ビデオカメラ（同図B参照）及び38万画素ビデオカメラ

（同図C参照）にてそれぞれCZPチャートを撮像したモノクロの再生画像を示す。なお、CZPチャートは、同心円パターンが中心から周辺につれてピッチが半径に比例して細くなるパターンで、固体撮像素子の2次元MTF (Modulation Transfer Function) 特性、サンプリングの際の折り返しひずみの様子を直視できる特長を有する。

【0006】上記図6から、原画にはない折り返し信号が、画素数が多くなるにつれて改善されていることがわかる。しかし、38万画素のものでも依然偽信号は問題となる。また、同じ画素数のビデオカメラにおいては、上記偽信号をいかに少なくするかが、ビデオカメラの性能の優劣を決めるポイントとなっている。従って、現在、ビデオカメラの開発において、上記偽信号を抑えるための様々な工夫が行われている。

【0007】その工夫の一つに光学ローパスフィルタ（以下、単に光学LPFと記す）がある。この光学LPFとしては、代表的に水晶板を利用したフィルタ（水晶フィルタ）が知られている。

【0008】一般に、光が結晶内に入ると、結晶の種類によっては複屈折により、二つの屈折波を持つものがある。水晶は、その代表的なもので、図7の原理図に示すように、入力光Eが水晶板（水晶フィルタ）101を透過すると、二つの光出力、即ち常光線E_oと異常光線E_eに分かれる。ここで、常光線E_oと異常光線E_eの分離幅dは、水晶フィルタ101の板厚をt、常光線E_oの屈折率をn_o、異常光線E_eの屈折率をn_eとしたとき、以下の数1で表される。

【0009】

【数1】

$$d = t \times \frac{n_e^2 - n_o^2}{2 n_o \cdot n_e}$$

【0010】なお、常光線E_oの屈折率をn_o、異常光線E_eの屈折率をn_eの具体的数値は、水晶フィルタ101の場合、n_o = 1.5443、n_e = 1.5534である。

【0011】そして、上記常光線E_oと異常光線E_eの分離幅dに対応して画素を配置した場合、図8に示すように、互いに隣接する画素に対してそれぞれ白レベル及び黒レベルの入力光Eが入射したとき、白レベル及び黒レベルの光が水晶フィルタ101にてそれぞれ2つの光に分離され、その分離幅がdであることから、水晶フィルタ101からの出力光は、白レベルと黒レベルの中間レベルであるグレーレベルに固定され、その出力振幅は等価的にゼロとなる。即ち、撮像面に対して一様のレベルを有する光が入射したと等価となる。このことから、各画素の出力画素のピッチに対応する高周波数成分を有する被写体を撮像しても、偽信号は生じなくなる。

【0012】上記例を一般的に図9に基づいて検証してみると、撮像面の例えば水平方向に対してある空間周波数（ $\sin 2\pi \cdot x/T$ ）を持った光Eが、水晶フィルタ101に入射した場合、出力光は、常光線に基づいた空間周波数を有する光成分E_oと異常光線に基づいた空間周波数を有する光成分E_eとの合成となり、その一般式は、以下の数2で表される。

【0013】

【数2】

$$\begin{aligned} & \sin 2\pi \frac{x}{T} + \sin 2\pi \left(\frac{x}{T} - \frac{d}{T} \right) \\ &= 2 \sin 2\pi \left(\frac{x}{T} - \frac{d}{2T} \right) \cdot \cos \frac{\pi d}{T} \end{aligned}$$

【0014】上記数2から、入力光Eは、水晶フィルタ101を通ることにより、 $\cos(\pi d/T)$ の特性をもって減衰することがわかる。

【0015】このように、上記水晶フィルタ101は、水晶の複屈折を利用したもので、水晶フィルタ101を何枚か重ねて使用することが多い。

【0016】しかし、上記水晶フィルタ101は、量産性に劣り、高価であるという欠点がある。また、水晶フィルタ101は、偏光分離角が小さい。従って、所望の分離幅dを得るためには、水晶フィルタ101の板厚を厚くしなければならないが、これは、光学距離の拡大につながり、撮像装置の小型化の大きな障害となるという問題がある。また、水晶フィルタ101を何枚か重ねて使用した場合においてフレアの点で不利になるという不都合もある。

【0017】そこで、従来においては、複屈折の原理ではなく、回折現象を利用してローパス効果を得る位相回折格子にて構成された光学LPFが提案されている（特公昭49-20105号公報、特開昭48-53741号公報、特公昭57-42849号公報及び特開平4-31818号公報参照）。この位相回折格子による光学LPFは、位相回折格子自体が感光性樹脂を用いて作製できることから、製造が容易であるという特長を有する。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記位相回折格子を用いた光学LPFにおいては、この光学LPFの前面に設置されているレンズを絞り込んだとき、位相回折格子の像が撮像面に映り込む現象等の種々の問題があり、広く一般に普及するには至っていない。

【0019】また、位相回折格子を用いた光学LPFの応用例として近接型が提案されているが、これは非常に高い組み込み精度を必要とし、製造コストの低廉化において限界が生じるという問題がある。

【0020】本発明は、上記の課題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、結晶の複屈折を利用したタイプの光学LPFを使用しながらも、装置自体の小型化及び製造コストの低廉化を図ることができる撮像装置を提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明は、撮像面上に、偽信号を発生させる被写体が有する空間周波数を遮断するための光学ローパスフィルタ2が配された撮像装置において、上記光学ローパスフィルタ2を、積層型偏光分離素子(LPS)にて構成する。

【0022】また、本発明は、上記撮像装置において、光学ローパスフィルタ2を、積み重ねられた複数の積層型偏光分離素子(2a、2b及び2c)にて構成する。

【0023】そして、上記撮像装置の光学ローパスフィルタ2を構成する積層型偏光分離素子(LPS)を、 $a-Si:H/SiO_2$ 多層誘電体膜にて形成する。

【0024】

【作用】請求項1記載の本発明に係る撮像装置においては、入力光Eが光学ローパスフィルタ2を透過した際、その出力光は、積層型偏光分離素子(LPS)の複屈折によって常光線E_oと異常光線E_eとに分離される。従って、出力光は、先に述べた水晶フィルタの場合と同様に、常光線E_oに基づいた空間周波数を有する光成分と異常光線E_eに基づいた空間周波数を有する光成分との合成となり、上記入力光Eは、この積層型偏光分離素子(LPS)を通ることにより、 $\cos x$ の特性をもって減衰することとなる。即ち、偽信号を発生させる被写体(画素の配列ピッチと対応した高周波数成分を有する被写体)が有する空間周波数が、上記積層型偏光分離素子(LPS)によって遮断されることと等価となる。

【0025】しかも、上記積層型偏光分離素子(LPS)は、複数の誘電体膜5及び6が積層されて構成されており、この積層型偏光分離素子(LPS)を構成する多層誘電体膜5及び6の屈折率比(n_2/n_1)を適宜選択することによって、薄い素子厚でも大きい偏光分離角 ϕ を得ることができる。このことは、素子厚を厚くすることなく、必要な分離幅(常光線E_oの出射点と異常光線E_eの出射点との離間幅)dを得ることができることにつながり、撮像装置の小型化を実現させることができる。

【0026】また、原理的に複屈折によって生じる常光線E_oと異常光線E_eを利用するため、位相回折格子型の光学ローパスフィルタのような位相回折格子像の撮像面への映り込み現象等の問題はなく、また、近接位相回折格子型の光学ローパスフィルタが要求するような高い組み込み精度も必要ない。即ち、組み込み精度において高い自由度を有することになる。

【0027】特に、請求項2記載の本発明に係る撮像装置のように、光学ローパスフィルタ2を、積み重ねられた複数の積層型偏光分離素子(2a、2b及び2c)にて構成することにより、入力光Eを2次的に分割し、撮像面の例えば横方向あるいは斜め方向にフィルタをかけることが可能となる。

【0028】また、積層型偏光分離素子(LPS)を $a-Si:H/SiO_2$ 多層誘電体膜にて構成すれば、比

較的安価に積層型偏光分離素子を得ることができ、光学ローパスフィルタ2を有する撮像装置の製造コストの低廉化を促進させることができる。

【0029】

【実施例】以下、本発明に係る撮像装置の実施例を図1～図5を参照しながら説明する。

【0030】この実施例に係る撮像装置は、図1に示すように、内部に固体撮像素子1を有し、その前面に光学ローパスフィルタ（以下、単に光学LPFと記す）2、赤外線遮断フィルタ3及び撮像レンズ4が配されて構成されている。

【0031】そして、本実施例においては、上記光学LPF2が積層型偏光分離素子（Laminated Polarization Splitter：以下、単にLPSと記す）にて構成されている。

【0032】このLPS2は、一般に、図2に示すように、屈折率 n_1 及び n_2 （ $n_1 > n_2$ ）の2種の誘電体膜5及び6を交互に積層ピッチ p にて積層した構造であ*

$$n_o = \{ q n_1^2 + (1 - q) n_2^2 \}^{1/2}$$

$$n_e = \{ q / n_1^2 + (1 - q) / n_2^2 \}^{-1/2}$$

【0036】そして、常光線 E_o と異常光線 E_e との偏光分離角 ϕ は、上記切り出し角 θ を適当に選ぶことにより得られる。即ち、図2において、入射光 E のうち、常光線 E_o の進行方向は変わらないが、異常光線 E_e の進行方向は、 z 軸に対して角度 ϕ にて分離される。なお、常光線 E_o 及び異常光線 E_e は、出射側で平行光となる。

【0037】ここで、多層誘電体膜5及び6によるLPS2を一様媒質とみなすと、上記分離角 ϕ は、以下の数4にて表される。

【0038】

【数4】

$$\tan \phi = \frac{(n_o^2 - n_e^2) \tan \theta}{n_o^2 + n_e^2 \tan^2 \theta}$$

【0039】また、分離角 ϕ は、屈折率 n_1 、 n_2 、充填率 q 及び切り出し角 θ の関数であるが、以下の数5で示す関係のとき最大値をとるため、屈折率 n_1 、 n_2 から分離角 ϕ が決定される。即ち、多層誘電体膜5及び6の屈折率比（ n_2 / n_1 ）と、その組合せで得られる最大の分離角 ϕ_{\max} との関係をみると、図3の特性図に示すように、屈折率比（ n_2 / n_1 ）が小さい組み合わせを選べば、大きい分離角が得られることがわかる。即ち、この特性図からTiO₂/SiO₂によるLPSよりも本実施例に係るa-Si:H/SiO₂によるLPSの方がより大きい分離角を得ることができることがわかる。

*り、図面上、 y 方向には一様となっている。本例では、屈折率 n_1 の誘電体膜5としてa-Si:H膜を用い、屈折率 n_2 の誘電体膜6としてSiO₂膜を用いた。図において、 q は、積層ピッチ p のうち、高屈折率材料（a-Si:H）の充填率である。

【0033】ここで、積層ピッチ p が入射光 E の波長に比べて十分に小さいと仮定すると、この多層誘電体膜5及び6によるLPS2は、構造異方性によって膜面の法線方向に主軸を持つ一軸異方性媒質としてふるまう。

【0034】即ち、このLPS2に入射した光 E は、上記媒質の複屈折によって、常光線 E_o と異常光線 E_e とに分離される。この現象は、先に述べた水晶フィルタの場合と同じである。図において、主軸と z 軸のなす角（切り出し角） θ を直角としたとき、常光線 E_o 及び異常光線 E_e に対するLPS2の屈折率は、以下の数3にて表される。

【0035】

【数3】

【0040】上記のように、LPS2は、多層誘電体膜5及び6による複屈折を利用することから、水晶フィルタと全く同じ設計手法により光学LPF2を実現させることができる。

【0041】このように、本実施例に係る撮像装置においては、入力光 E が光学ローパスフィルタ2を構成するLPSを透過した際、その出力光は、LPSの複屈折によって常光線 E_o と異常光線 E_e に分離される。従って、出力光は、先に述べた水晶フィルタの場合と同様に、常光線 E_o に基づいた空間周波数を有する光成分と異常光線 E_e に基づいた空間周波数を有する光成分との合成となり、上記入力光 E は、このLPS2を通ることにより、cos x の特性をもって減衰することとなる。即ち、偽信号を発生させる被写体（画素の配列ピッチと対応した高周波数成分を有する被写体）が有する空間周波数が、上記LPS2によって遮断されることと等価となる。

【0042】しかも、上記LPS2は、複数の誘電体膜5及び6が積層されて構成されており、このLPS2を構成する多層誘電体膜5及び6の屈折率比（ n_2 / n_1 ）を適宜選択することによって、薄い素子厚でも大きい偏光分離角 ϕ を得ることができる。このことは、素子厚を厚くすることなく、必要な分離幅（常光線 E_o の出射点と異常光線 E_e の出射点との分離幅） d を得ることができることにつながり、撮像装置の小型化を実現させることができる。また、上記分離幅 d は、多層誘電体膜5及び6の厚みだけでなく、LPS2の屈折率 n_1 、 n

2 もしくは充填率 q により制御できるため、設計の自由度が向上する。

【0043】また、原理的に複屈折によって生じる常光線 E_o と異常光線 E_e を利用するため、位相回折格子型の光学ローパスフィルタのような位相回折格子像の撮像面への映り込み現象等の問題はなく、また、近接位相回折格子型の光学ローパスフィルタが要求するような高い組み込み精度も必要ない。即ち、組み込み精度において高い自由度を有することになる。

【0044】次に、上記光学LPF2の他の例を図4及び図5に基づいて説明する。この光学LPF2は、複数枚（図示の例では、3枚）のLPS2a、2b及び2cを積み重ねて構成されている。そして、入力光がこの光学LPF2にて2次元的に分割されるように、各LPS2a、2b及び2cの主軸（光学軸）の方向、厚み、屈折率及び充填率がそれぞれ設定されている。

【0045】例えば、光学LPF2を3層のLPS2a、2b及び2cにて構成した場合を考えると、図5に示すように、ある基準点に入射された光は、各LPS2a、2b及び2cにて常光線と異常光線とに分離される。即ち、上記光は、最上層のLPS2a、中間層のLPS2b及び最下層のLPS2cによる各常光成分の合成光（便宜的に主合成光と記す） E_0 と、最上層のLPS2aによる異常光成分と中間層及び最下層のLPS2b及び2cによる各常光成分の合成光（便宜的に第1の合成光と記す） E_1 と、中間層のLPS2bによる異常光成分と最上層及び最下層のLPS2a及び2cによる各常光成分の合成光（便宜的に第2の合成光と記す） E_2 と、最下層のLPS2aによる異常光成分と最上層及び中間層のLPS2a及び2bによる各常光成分の合成光（便宜的に第3の合成光と記す） E_3 とに分離される。

【0046】第1の合成光 E_1 は、主合成光 E_0 に対し、最上層のLPS2aにおける光学軸（主軸） m_1 に沿って、例えば図面上、斜め上方に分離され、第2の合成光 E_2 は、主合成光 E_0 に対し、中間層のLPS2bにおける光学軸（主軸） m_2 に沿って、例えば図面上、横方向に分離され、第3の合成光 E_3 は、主合成光 E_0 に対し、最下層のLPS2cにおける光学軸（主軸） m_3 に沿って、例えば図面上、斜め下方に分離される。これら合成光 E_1 、 E_2 及び E_3 は、そのまま固体撮像素子1の撮像面に入射することとなる。

【0047】上記第1の合成光 E_1 は、更に中間層のLPS2bと最下層のLPS2cにてそれぞれ常光線と異常光線とに分離される。即ち、第1の合成光 E_1 は、その合成光 E_1 と、中間層のLPS2bによる異常光成分と最下層のLPS2cによる常光成分の合成光（便宜的に第4の合成光と記す） E_4 と、最下層のLPS2cによる異常光成分と中間層のLPS2bによる常光成分の合成光（便宜的に第5の合成光と記す） E_5 とに分離さ

れる。

【0048】第4の合成光 E_4 は、第1の合成光 E_1 に対し、中間層のLPS2bにおける光学軸（主軸） m_2 に沿って、例えば図面上、横方向に分離され、第5の合成光 E_5 は、第1の合成光 E_1 に対し、最下層のLPS2cにおける光学軸（主軸） m_3 に沿って、例えば図面上、斜め下方に分離される。これら合成光 E_4 及び E_5 は、そのまま固体撮像素子1の撮像面に入射することとなる。

【0049】上記第4の合成光 E_4 は、更に最下層のLPS2cにて常光線（第4の合成光） E_4 と異常光線 E_6 とに分離され、この異常光線 E_6 は、第4の合成光 E_4 に対し、最下層のLPS2cにおける光学軸（主軸） m_3 に沿って、例えば図面上、斜め下方に分離される。この異常光線 E_6 は、そのまま固体撮像素子1の撮像面に入射することとなる。

【0050】一方、上記第2の合成光 E_2 は、更に最下層のLPS2cにて常光線（第2の合成光） E_2 と異常光線 E_7 とに分離され、この異常光線 E_7 は、第2の合成光 E_2 に対し、最下層のLPS2cにおける光学軸（主軸） m_2 に沿って、例えば図面上、斜め下方に分離される。この異常光線 E_7 は、そのまま固体撮像素子1の撮像面に入射することとなる。

【0051】なお、上記第3の合成光 E_3 、異常光線 E_6 及び E_7 は、最下層のLPS2cにて分離された光であるため、それ以上の分離は行われずにそのまま固体撮像素子1の撮像面に入射される。

【0052】このように、光学ローパスフィルタ2を、積み重ねられた複数のLPS2a、2b及び2cにて構成することにより、入力光を2次元的に分割し、撮像面の例えば横方向あるいは斜め方向にフィルタをかけることが可能となる。

【0053】また、本実施例においては、LPS2を $a-Si:H/SiO_2$ 多層誘電体膜にて構成しているため、比較的安価に光学LPF2を得ることができ、光学LPF2を有する撮像装置の製造コストの低廉化を促進させることができる。

【0054】上記実施例においては、固体撮像素子1を内蔵し、光学LPF2を有する撮像装置に適用した例を示したが、その他、撮像デバイスとして撮像管を用いた撮像装置にも適用させることができる。

【0055】

【発明の効果】上述のように、本発明に係る撮像装置によれば、撮像面上に、偽信号を発生させる被写体が有する空間周波数を遮断するための光学ローパスフィルタが配された撮像装置において、上記光学ローパスフィルタを、積層型偏光分離素子にて構成するようにしたので、結晶の複屈折を利用したタイプの光学LPFを使用しながらも、装置自体の小型化及び製造コストの低廉化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る撮像装置の実施例を示す概略構成図である。

【図2】本実施例に係る撮像装置に使用される光学LPF（積層型偏光分離素子：LPS）の構成及びその作用を示す断面図である。

【図3】LPSを構成する多層誘電体膜の屈折率比（ n_2/n_1 ）とその組み合わせで得られる最大分離角 ϕ_{max} の関係を示す特性図である。

【図4】本実施例に係る撮像装置に使用される光学LPF（積層型偏光分離素子：LPS）の他の例を一部省略して示す斜視図である。

【図5】入力光の二次元的な分割を示す説明図である。

【図6】各種ビデオカメラそれぞれCZPチャートを撮像したモノクロの再生画像を示す図であり、同図Aは20万画素ビデオカメラの場合、同図Bは25万画素ビデオカメラの場合、同図Cは38万画素ビデオカメラの場合をそれぞれ示す。

【図7】従来例に係る光学LPF（水晶フィルタ）の構*

* 成及びその作用を示す原理図である。

【図8】水晶フィルタによるローパス効果を示す説明図である。

【図9】水晶フィルタによる減衰特性を示す説明図である。

【符号の説明】

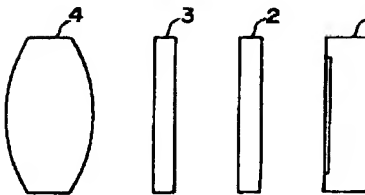
- 1 固体撮像素子
- 2 光学ローパスフィルタ（積層型偏光分離素子：LPS）
- 3 赤外線遮断フィルタ
- 4 撮像レンズ
- 5 誘電体膜（ $a-Si:H$ ）
- 6 誘電体膜（ SiO_2 ）

【数5】

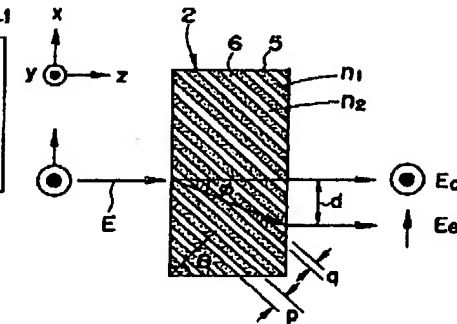
$$q = 1/2$$

$$\tan \theta = n_o/n_e$$

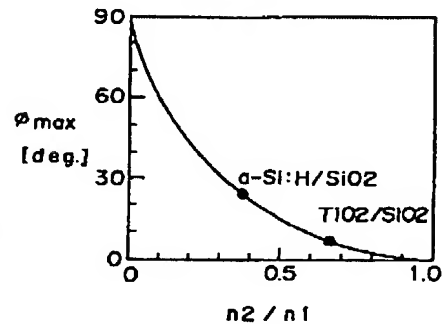
【図1】



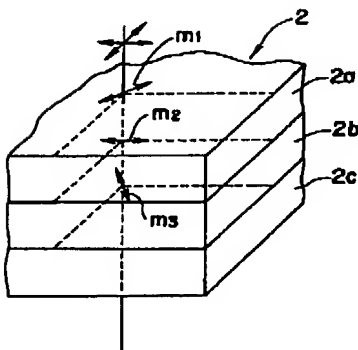
【図2】



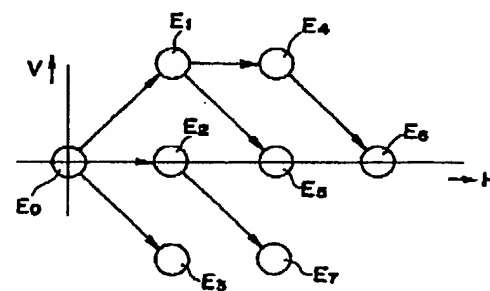
【図3】



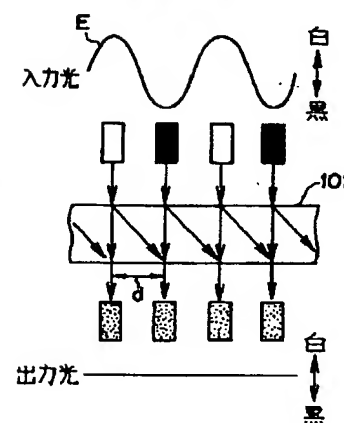
【図4】



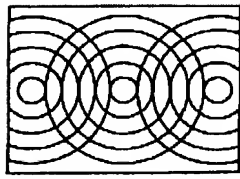
【図5】



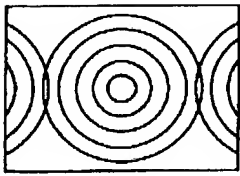
【図8】



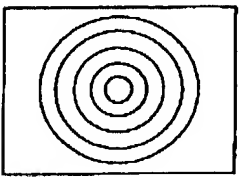
【図6】



A

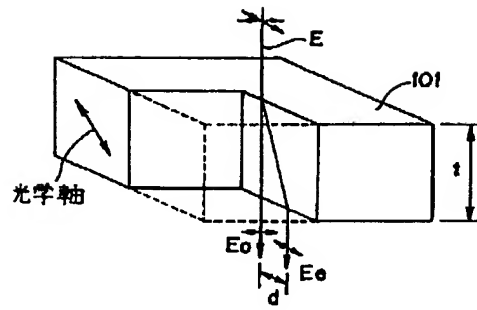


B



C

【図7】



【図9】

